

**Family list**

**2** application(s) for: **JP2003080694 (A)**

Sorting criteria: Priority Date Inventor Applicant Ecla

- 1** **METHOD FOR FORMING MEMBRANE PATTERN,  
APPARATUS FOR FORMING MEMBRANE PATTERN,  
ELECTRICALLY CONDUCTIVE MEMBRANE WIRING,  
ELECTROOPTIC APPARATUS, ELECTRONIC  
INSTRUMENT AND NON-CONTACT TYPE CARD  
MEDIUM**

**Inventor:** HASHIMOTO TAKASHI ;  
FURUSAWA MASAHIRO

**EC:** B41J2/01; H01L21/00S2V; (+2)

**Applicant:** SEIKO EPSON CORP

**IPC:** B05C5/00; B05D1/26;  
B05D3/02; (+23)

**Publication info:** JP2003080694 (A) - 2003-03-19

**Priority Date:** 2001-06-26

- 2** **Method of forming film pattern, device for forming  
film pattern, conductive film wiring, electro-optical  
device, electronic device, and non-contact card  
medium**

**Inventor:** HASHIMOTO TAKASHI [JP] ;  
FURUSAWA MASAHIRO [JP]

**EC:** B41J2/01; H01L21/00S2V; (+2)

**Applicant:** SEIKO EPSON CORP  
[JP]

**IPC:** B05C5/00; B05D1/26;  
B05D3/02; (+15)

**Publication info:** US2003030689 (A1) - 2003-02-13  
US6715871 (B2) - 2004-04-06

**Priority Date:** 2001-06-26

---

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

# METHOD FOR FORMING MEMBRANE PATTERN, APPARATUS FOR FORMING MEMBRANE PATTERN, ELECTRICALLY CONDUCTIVE MEMBRANE WIRING, ELECTROOPTIC APPARATUS, ELECTRONIC INSTRUMENT AND NON-CONTACT TYPE CARD MEDIUM

**Patent number:** JP2003080694 (A)  
**Publication date:** 2003-03-19  
**Inventor(s):** HASHIMOTO TAKASHI; FURUSAWA  
MASAHIRO +

**Applicant(s):** SEIKO EPSON CORP +



**Classification:**

**- international:** *B05C5/00; B05D1/26; B05D3/02;  
B05D5/12; B41J2/01; G02F1/13;  
H01J11/02; H01J9/02; H01L21/00;  
H01L21/288; H01L21/31; H01L21/336;  
H01L21/768; H01L29/786;* (IPC1-  
7): B05C5/00; B05D1/26; B05D3/02;  
B05D5/12; B41J2/01; G02F1/13;  
H01J11/02; H01J9/02; H01L21/288;  
H01L21/31; H01L21/336; H01L29/786  
**- european:** B41J2/01; H01L21/00S2V; H01L21/288;  
H01L21/768C

**Application number:** JP20020113586 20020416

**Priority number(s):** JP20020113586 20020416;  
JP20010193679 20010626

**Also published as:**

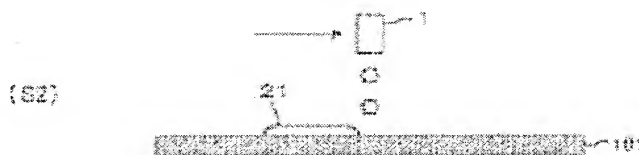
 US2003030689 (A1)  
 US6715871 (B2)

## Abstract of JP 2003080694 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for forming a functional membrane pattern by which a fine membrane pattern can be formed and whose process is simplified, and to provide a method for forming the functional membrane pattern by which such defects as disconnection and short-circuit are hardly generated and a pattern with a thick thickness and being advantageous for exhibiting such a function as electric conductivity can be formed.

**SOLUTION:** A method for forming the functional membrane pattern by discharging a liquid containing a functional ingredient such as an electrically conductive fine particle on a base sheet 101 by means of ink-jet is provided with a process (S2) in which the liquid is applied by the ink-jet on the base sheet with a functional membrane forming face with a

contact angle to the liquid of 30-60 degrees, and a process (S3) for converting the applied liquid to a functional membrane by heat treatment. In the discharging process by the ink-jet, it is preferable that overlapping of 1-10% of the diameter of the liquid when the liquid is applied on the base sheet is generated.




---

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-80694  
(P2003-80694A)

(43)公開日 平成15年3月19日(2003.3.19)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
B 4 1 J 2/01		B 0 5 C 5/00	1 0 1 2 C 0 5 6
B 0 5 C 5/00	1 0 1	B 0 5 D 1/26	Z 2 H 0 8 8
B 0 5 D 1/26		3/02	Z 4 D 0 7 5
3/02		5/12	B 4 F 0 4 1
5/12		G 0 2 F 1/13	1 0 1 4 M 1 0 4

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2002-113586(P2002-113586)  
(22)出願日 平成14年4月16日(2002.4.16)  
(31)優先権主張番号 特願2001-193679(P2001-193679)  
(32)優先日 平成13年6月26日(2001.6.26)  
(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(72)発明者 橋本 貴志  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
(72)発明者 古沢 昌宏  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
(74)代理人 100079108  
弁理士 稲葉 良幸 (外2名)

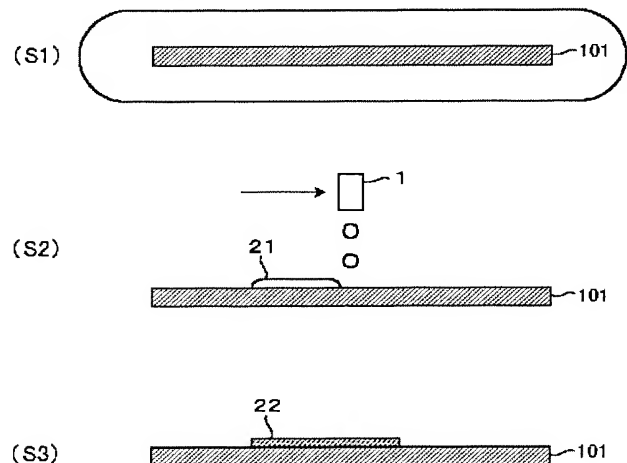
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 膜パターンの形成方法、膜パターン形成装置、導電膜配線、電気光学装置、電子機器、並びに非接触型カード媒体

## (57)【要約】

【課題】 微細な膜パターンを形成することができ、工程も簡略化された機能性膜パターンの形成方法を提供することを目的とする。また、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも膜厚が厚く電気伝導等の機能発揮に有利なパターンを形成することのできる機能性膜パターンの形成方法を提供する。

【解決手段】 導電性微粒子等の機能性成分を含有した液体を基板101上にインクジェットにより吐出して機能性膜パターンを形成する方法であって、前記液体に対する接触角が30 [deg]以上60 [deg]以下である機能性膜形成面を有する基板上に前記液体をインクジェットにより塗布する工程(S2)と、塗布された前記液体を熱処理によって機能性膜に変換する工程(S3)と、を備える。前記インクジェットにより吐出する工程は、前記液体を前記基板上に付与された際の液体の直径の1%以上10%以下の重なりを生じるように吐出することが望ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機能性成分を含有した液体を基板上にインクジェットにより吐出して機能性膜パターンを形成する方法であって、

前記液体に対する接触角が 30 [deg] 以上 60 [deg] 以下である膜形成面を有する基板上に前記液体をインクジェットにより塗布する工程と、  
塗布された前記液体を熱処理によって機能性膜に変換する工程と、  
を備えた、機能性膜パターンを形成する方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、  
前記インクジェットにより吐出する工程は、前記液体を、前記基板上において互いに隣り合う前記液体のインクジェット液滴の中心間の距離が、前記基板上に付与された際の前記インクジェット液滴の半径と、前記基板上に付与される前の前記インクジェット液滴の半径との和よりも大きく、  
かつ前記基板上に付与された際の前記インクジェット液滴の半径の 2 倍よりも小さくなるように吐出する、  
機能性膜パターンを形成する方法。

【請求項 3】 請求項 1 において、  
前記インクジェットにより吐出する工程は、前記液体を前記基板上に付与された際の液体の直径の 1 % 以上 10 % 以下の重なりを生じるように吐出する、  
機能性膜パターンを形成する方法。

【請求項 4】 請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項において、  
前記塗布工程および前記変換工程の実行後、更に前記機能性膜上に前記液体をインクジェットにより塗布する工程と、塗布された前記液体を熱処理によって機能性膜に変換する工程と、  
を備えた機能性膜パターンを形成する方法。

【請求項 5】 請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項において、  
前記塗布工程の後、機能性膜に変換する工程の前に、塗布された前記液体を乾燥させる工程と、乾燥した前記液体上に更に前記液体をインクジェットにより塗布する工程と、  
を備えた機能性膜パターンを形成する方法。

【請求項 6】 請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一項において、  
前記基板表面を、前記液体に対する接触角が 30 [deg] 以上 60 [deg] 以下である機能性膜形成面に加工する表面処理工程を更に備えた、  
機能性膜パターンを形成する方法。

【請求項 7】 請求項 1 乃至請求項 6 の何れか一項において、  
前記機能性成分として導電性微粒子を用い、前記機能性膜として導電膜を形成する、機能性膜パターンを形成する方法。

【請求項 8】 機能性成分を含有した液体を基板上にインクジェットにより吐出して機能性膜パターンを形成する装置であって、

前記液体に対する接触角が 30 [deg] 以上 60 [deg] 以下である膜形成面を有する基板上に前記液体をインクジェットにより塗布するインクジェット塗布手段と、  
塗布された前記液体を熱処理によって機能性膜に変換する熱処理手段と、  
を備えた、機能性膜パターンを形成する装置。

【請求項 9】 導電性微粒子を含有した液体を基板上にインクジェットにより吐出して導電膜配線を形成する装置であって、  
前記液体に対する接触角が 30 [deg] 以上 60 [deg] 以下である導電膜形成面を有する基板上に前記液体をインクジェットにより塗布するインクジェット塗布手段と、  
塗布された前記液体を熱処理によって導電膜に変換する熱処理手段と、  
を備えた導電膜配線を形成する装置。

【請求項 10】 請求項 7 に記載の機能性膜パターンを形成する方法によって形成された導電膜配線。

【請求項 11】 請求項 10 に記載された導電膜配線を備える電気光学装置。

【請求項 12】 請求項 11 に記載された電気光学装置を備える電子機器。

【請求項 13】 請求項 10 に記載された導電膜配線をアンテナ回路として備える非接触型カード媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、素子製造方法及び製造装置に係り、特にインクジェット式記録装置などの液体塗布装置を用いて、基板上に任意のパターンを形成する方法及び装置の改良に関する。

【0002】 また、本発明は、導電膜配線、電気光学装置、電子機器、並びに非接触型カード媒体に関する。

【0003】

【従来の技術】 半導体素子その他の回路素子は、シリコン、ガラス、PET（ポリエチレンテレフタレート）その他の基板上に回路パターンや配線パターンその他の機能性膜パターンを形成して製造される。従来、このような素子の製造には、例えばリソグラフィー法が用いられている。このリソグラフィー法は、基板上にレジストと呼ばれる感光剤を塗布し、回路パターンを照射して現像し、これに金属イオン等を打ち込んで回路パターンを形成するものである。このリソグラフィー法は真空装置などの大掛かりな設備と複雑な工程を必要とし、また材料使用効率も数%程度でそのほとんどを捨ててしまわざるを得ず、製造コストが高かった。

【0004】 これに対して、米国特許第 5 1 3 2 2 4 8

号では、微粒子を分散させた液体をインクジェット法にて基板上に直接パターン塗布し、その後熱処理やレーザー照射を行なって導電膜パターンに変換する方法が提案されている。この方法によれば、フォトリソグラフィが不要となり、プロセスは大幅に簡単なものとなる。しかしながら、このようなインクジェット法によるパターンニングは、工程が単純で原材料の使用量も少なくすむというメリットがある反面、後述のバンクを用いる等、基板上に適当な処理を施さなければ、基板上で液体が制御できず所望の形状を有する導電膜パターンの作製が困難となる。

【0005】一方、特開昭59-75205号公報は、基板上にバンクを設け、バンク内に機能性液体を塗布することにより、液体の塗布位置を制御することが記載されている。この方法においても、バンクはフォトリソグラフィを用いて形成するため、コスト高につながってしまう。

【0006】更に、撥液部と親液部のパターンを形成した基板の親液部にインクジェット等の方法で選択的に液体材料を塗布することが知られている。このインクジェット式記録ヘッドの解像度は、例えば400dpiと微細であるため、半導体工場のような設備を要せず、 $\mu\text{m}$ オーダーの幅で任意のパターンが形成できると考えられる。この方法ではマスク等を用いた親液部、撥液部のパターン形成の工程が必要で、また塗布がインクジェット法である場合、親液パターン上に正確に塗布するためのアライメントマークおよびアライメント工程が必要となりプロセスが煩雑となる。さらに親液部への吐出であるため、液滴が濡れ広がり、膜厚の厚い導電膜の形成が困難となる。膜厚を厚くするために吐出回数を多くすることも考えられるが、その場合、インクが親液パターン内に収まるには、インクに対する撥液部の撥液性が相当に高いことが必要となる。また形成される配線の線幅が基板の親液部パターンの幅に限定される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、微細な膜パターンを形成することができ、工程も簡略化された機能性膜パターンの形成方法を提供することを目的とする。また、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも膜厚が厚く電気伝導等の機能発揮に有利なパターンを形成することのできる機能性膜パターンの形成方法を提供することを目的とする。

【0008】また、本発明は微細な膜パターンを容易に形成することができる膜パターンの形成装置を提供することを目的とする。

【0009】また、本発明は膜厚が厚く電気伝導に有利で、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも微細に形成可能な導電膜配線を提供することを目的とする。

【0010】さらに、本発明は配線部やアンテナの断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化

が可能な電気光学装置、及びこれを用いた電子機器、並びに非接触型カード媒体を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明のパターン形成方法は、機能性成分を含有した液体を基板上にインクジェットにより吐出して機能性膜パターンを形成する方法であって、前記液体に対する接触角が30[deg]以上60[deg]以下である機能性膜形成面を有する基板上に前記液体をインクジェットにより塗布する工程と、塗布された前記液体を熱処理によって機能性膜に変換する工程と、を備えたことを特徴とする。

【0012】30[deg]よりも小さければ、液滴が基板上で塗れ広がりすぎるため、形状の乱れた機能性膜パターンが形成される。また60[deg]よりも大きければ、インクジェット液滴が基板に着弾し既に基板上にある液滴と接した際にその液滴に取り込まれてしまうことにより、機能性膜パターンに断線等の不具合が生じる。

【0013】そこで程度良く撥液性を有する基板上に液体をインクジェット吐出することにより、基板着弾後の吐出液滴の濡れ広がりを抑え、微細で厚膜の機能性膜パターンを直接形成することができ、なおかつインクジェット液滴が基板に着弾し既に基板上にある液滴と接した際にその液滴に取り込まれてしまうことにより生じる、断線等のパターンの不具合を防止できる。また、基板にパターン処理を施す工程を必要としないため、プロセスを簡略化でき、さらに、機能性膜パターンの形状が基板のパターンに限定されないため、例えば吐出電圧の変更によりインクジェット液滴の体積を変えることでラインの線幅を調整することができる等、容易に所望の機能性膜パターンの形成が行なえる。

【0014】また、上記パターン形成方法において、前記インクジェットにより吐出する工程は、前記液体を、前記基板上において互いに隣り合う前記液体のインクジェット液滴の中心間の距離が、前記基板上に付与された際の前記インクジェット液滴の半径と、前記基板上に付与される前の前記インクジェット液滴の半径の和よりも大きく、かつ前記基板上に付与された際の前記インクジェット液滴の半径の2倍よりも小さくなるように吐出することが望ましい。インクジェット液滴を、既に基板上に付与された液滴に直接当てることなく、基板着弾後の液滴の広がりによって既に基板上に付与された液滴と繋がるように吐出することにより、インクジェット液滴が既に基板上に付与された液滴に直接当たる際に生じる衝撃によりラインにイレギュラーが生じ、断線等の不具合が発生するのを防止することができる。また基板上の液滴の半径の2倍よりも小さい吐出間隔で吐出することで、液滴が互いに繋がらないためにラインが形成されないことを防ぐことができる。

【0015】また、上記パターン形成方法において、前記インクジェットにより吐出する工程は、前記液体を前記基板上に付与された際の液体の直径の1%以上10%以下の重なりを生じるように吐出することが望ましい。10%以下とすることにより、ラインの単位長さあたりの塗布される液体の量が過剰になるの防ぎ、バルジの発生を防止することができる。また1%以上とすることにより、吐出位置精度誤差により液滴同士の重なりが生じなくなるのを防ぎ、ラインの断線を回避することができる。バルジとは、図3に示すような、ラインのある部分に液体が集中することで生じる液溜りのことである。バルジは、ラインの断線や他のラインとの短絡の原因となる。

【0016】また、上記パターン形成方法において、前記塗布工程および前記変換工程の実行後、更に前記機能性膜に前記液体をインクジェットにより塗布する工程と、塗布された前記液体を熱処理によって機能性膜に変換する工程と、を備えることが望ましい。機能性膜変換工程後も基板は撥液性を有する一方、変換された機能性膜は親液性を有することになるため、その上に重ねて塗布することにより液体が基板上に流れることなく機能性膜上に留まり、線幅が大きくなることなく更に厚膜の機能性膜パターンを形成することができる。

【0017】また、上記パターン形成方法において、前記塗布工程の後、機能性膜に変換する工程の前に、塗布された前記液体を乾燥させる工程と、乾燥した前記液体上に更に前記液体をインクジェットにより塗布する工程と、を更に備えることが望ましい。ここでの乾燥させる工程とは、溶剤の一部又は全部を除去する工程であって、この工程だけでは機能性成分の機能発揮は十分に或いはほとんど得られない程度の乾燥工程であり、機能性膜変換工程よりも低い温度での熱処理によって行なわれる。乾燥工程後も基板は撥液性を有する一方、乾燥した液体は親液性を有することになるため、その上に重ねて塗布することにより更に厚膜の機能性膜パターンを形成することができる。また乾燥工程は機能性膜変換工程よりも低い温度での熱処理によって行なわれるため、機能性膜変換後に重ねて吐出する場合に比べて処理時間が短縮でき、使用エネルギーも少なくすむ。

【0018】また、上記パターン形成方法において、前記基板表面を、前記液体に対する接触角が30[deg]以上60[deg]以下である機能性膜形成面に加工する表面処理工程を更に備えることが望ましい。

【0019】上記のパターン形成方法は、導電膜配線のパターン形成などに好適に用いられる。この場合、インクジェットにより吐出する液体には導電性微粒子を含有させることが望ましい。

【0020】また、本発明のパターン形成装置は、機能性成分を含有した液体を基板上にインクジェットにより吐出して機能性膜パターンを形成する装置であって、前

記液体に対する接触角が30[deg]以上60[deg]以下である機能性膜形成面を有する基板上に前記液体をインクジェットにより塗布するインクジェット塗布手段と、塗布された前記液体を熱処理によって機能性膜に変換する熱処理手段と、を備えたことを特徴とする。このパターン形成装置は、例えば導電性微粒子を含有した液体を吐出することにより、導電膜配線のパターン形成などに好適に用いられる。

【0021】また、本発明の導電膜配線は、上記パターン形成方法によって形成されたことを特徴とする。これによれば、膜厚が厚く電気伝導に有利で、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも微細に形成可能な導電膜配線とすることができる。

【0022】また、本発明の電気光学装置は、上記発明に係る導電膜配線を備えることを特徴とする。本発明の電気光学装置としては、例えば液晶表示装置、有機エレクトロルミネッセンス表示装置、プラズマ型表示装置等を挙げることができる。

【0023】また、本発明に係る電子機器は、本発明に係る電気光学装置を備えることを特徴とする。

【0024】また、本発明の非接触型カード媒体は、上記発明に係る導電膜配線をアンテナ回路として備えることを特徴とする。

【0025】これらの発明によれば、配線部やアンテナの断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能な電気光学装置、及びこれを用いた電子機器、並びに非接触型カード媒体を提供することができる。

#### 【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態による膜パターン形成方法について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の実施形態による膜パターンの形成方法による製造工程の説明図である。

【0027】<1-1. 第1実施形態：導電膜>第1実施形態として、本発明の膜パターン形成方法の一例である導電膜パターン形成方法について説明する。本実施形態に係る導電膜パターン形成方法は、表面処理工程と塗布工程と熱処理工程から構成される。

【0028】（表面処理工程）まず、図1（S1）に示すように、導電膜パターンを形成すべき基板101の表面にフルオロアルキルシランなどからなる自己組織化膜を形成することにより、導電性微粒子を含有した液体に対する所定の接触角を持つように処理する。導電性微粒子を含有した液体に対する接触角は、30[deg]以上60[deg]以下であることが望ましい。

【0029】基板101としては、Siウエハー、石英ガラス、ガラス、プラスチックフィルム、金属板など各種のものをを用いることができ、また、基板表面に半導体膜、金属膜、誘電体膜、有機膜などが下地層として形成されていてもよい。

【0030】基板表面を処理するための有機分子膜は、基板に結合可能な官能基と、その反対側に親液基あるいは撥液基といった基板の表面性を改質する（表面エネルギーを制御する）官能基と、これらの官能基を結ぶ炭素の直鎖あるいは一部分岐した炭素鎖を備えており、基板に結合して自己組織化して分子膜、例えば単分子膜を形成するものである。

【0031】自己組織化膜とは基板など下地層等構成原子と反応可能な結合性官能基とそれ以外の直鎖分子とからなり、該直鎖分子の相互作用により極めて高い配向性を有する化合物を、配向させて形成された膜である。この自己組織化膜は、単分子を配向させて形成されているので、極めて膜厚を薄くすることができ、しかも、分子レベルで均一な膜となる。即ち、膜の表面に同じ分子が位置するため、膜の表面に均一でしかも優れた撥液性や親液性を付与することができる。

【0032】上記の高い配向性を有する化合物として、例えばフルオロアルキルシランを用いた場合には、膜の表面にフルオロアルキル基が位置するように各化合物が配向されて自己組織化膜が形成されるので、膜の表面に均一な撥液性が付与される。

【0033】このような自己組織化膜を形成する化合物としては、ヘプタデカフルオロー1, 1, 2, 2テトラヒドロデシルトリエトキシシラン、ヘプタデカフルオロー1, 1, 2, 2テトラヒドロデシルトリメトキシシラン、ヘプタデカフルオロー1, 1, 2, 2テトラヒドロデシルトリクロロシラン、トリデカフルオロー1, 1, 2, 2テトラヒドロオクチルトリエトキシシラン、トリデカフルオロー1, 1, 2, 2テトラヒドロオクチルトリメトキシシラン、トリデカフルオロー1, 1, 2, 2テトラヒドロオクチルトリクロロシラン、トリフルオロプロピルトリメトキシシラン等のフルオロアルキルシラン（以下「FAS」という）を挙げることができる。使用に際しては、一つの化合物を単独で用いるのも好ましいが、2種以上の化合物を組合せて使用しても、本発明の所期の目的を損なわなければ制限されない。また、本発明においては、前記の自己組織化膜を形成する化合物として、前記FASを用いるのが、基板との密着性及び良好な撥液性を付与する上で好ましい。

【0034】FASは、一般的に構造式 $R_nSiX_{(4-n)}$ で表される。ここでnは1以上3以下の整数を表し、Xはメトキシ基、エトキシ基、ハロゲン原子などの加水分解基である。またRはフルオロアルキル基であり、 $(CF_3)_x(CF_2)_y(CH_2)_z$ の（ここでxは0以上10以下の整数を、yは0以上4以下の整数を表す）構造を持ち、複数個のR又はXがSiに結合している場合には、R又はXはそれぞれすべて同じでも良いし、異なってもよい。Xで表される加水分解基は加水分解によりシラノールを形成して、基板（ガラス、シリコン）等の下地のヒドロキシル基と反応してシロキ

サン結合で基板と結合する。一方、Rは表面に $(CF_3)$ 等のフルオロ基を有するため、基板等の下地表面を濡れない（表面エネルギーが低い）表面に改質する。

【0035】次いで、親液部について述べる。後述する紫外光などにより自己組織化膜が除去された領域は、ヒドロキシル基が表面に存在する。このため、FASの領域に比べて非常に濡れ易い性質を示す。従って、基板全面にFASを形成した後に、一部の領域のFASを除去すると、その領域は親液性を示す。

【0036】自己組織化膜は、上記の原料化合物と基板101とを同一の密閉容器中に入れておき、室温の場合は2～3日程度の間放置すると基板101上に形成される（S1）。また、密閉容器全体を100℃に保持することにより、3時間程度で基板101上に形成される。以上に述べたのは、気相からの形成法であるが、液相からも自己組織化膜は形成可能である。例えば、原料化合物を含む溶液中に基板を浸漬し、洗浄、乾燥することで基板上に自己組織化膜が得られる。

【0037】なお、自己組織化膜を形成する前に、基板表面に紫外光を照射したり、溶媒により洗浄したりして、前処理を施すことが望ましい。

【0038】（塗布工程）次に、図1（S2）に示すように、導電性微粒子を含有する液体21を上記基板101上にインクジェット方式で塗布する。

【0039】ここで用いられる微粒子は、金、銀、銅、パラジウム、ニッケルの何れかを含有する金属微粒子の他、導電性ポリマーや超電導体の微粒子などが用いられる。本実施形態では、これらの微粒子を溶媒に分散させた液体を用いる。微粒子を分散させるために、微粒子表面に有機物などをコーティングして使うこともできる。また、基板に塗布するにあたり、溶剤への分散しやすさとインクジェット法の適用の観点から、微粒子の粒径は50nm以上0.1μm以下であることが好ましい。

【0040】上記の微粒子を溶媒に分散させ液体を調製する。ここで使用する溶媒は室温での蒸気圧が0.001mmHg以上200mmHg以下であるものが好ましい。蒸気圧が200mmHgより高い場合には、塗布膜を形成するときに溶媒が先に蒸発してしまい、良好な塗布膜を形成することが困難となるためである。一方、室温での蒸気圧が0.001mmHgより低い溶媒の場合、乾燥が遅くなり塗布膜中に溶媒が残留しやすくなり、後工程の熱および／または光処理後に良質の導電膜が得られにくい。また、上記溶液の塗布を後述のインクジェット装置によって行なう場合には、溶媒の蒸気圧は0.001mmHg以上50mmHg以下であることが望ましい。蒸気圧が50mmHgより高い場合には、インクジェット装置で液滴を吐出する際に乾燥によるノズル詰まりが起り易く、安定な吐出が困難となるためである。一方、蒸気圧が0.001mmHgより低い場合には吐出したインクの乾燥が遅くなり導電膜中に溶媒が



残留し易くなり、後工程の熱処理後にも良質の導電膜が得られ難い。

【0041】使用する溶媒としては、上記の微粒子を分散できるもので、凝集を起こさないものであれば特に限定されないが、水の他に、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノールなどのアルコール類、*n*-ヘプタン、*n*-オクタン、デカン、トルエン、キシレン、シメン、デュレン、インデン、ジペンテン、テトラヒドロナフタレン、デカヒドロナフタレン、シクロヘキシルベンゼンなどの炭化水素系溶媒、またエチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、エチレングリコールメチルエチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールメチルエチルエーテル、1, 2-ジメトキシエタン、ビス(2-メトキシエチル)エーテル、*p*-ジオキサンなどのエーテル系溶媒、更にプロピレンカーボネート、γ-ブチロラクトン、*N*-メチル-2-ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、シクロヘキサノンなどの極性溶媒を挙げることができる。これらのうち、微粒子の分散性と分散液の安定性、またインクジェット法への適用のし易さの点で、水、アルコール類、炭化水素系溶媒、エーテル系溶媒が好ましく、更に好ましい溶媒としては水、炭化水素系溶媒を挙げることができる。これらの溶媒は、単独でも、あるいは2種以上の混合物としても使用できる。

【0042】上記微粒子を溶媒に分散する場合の溶質濃度は1重量%以上80重量%以下であり、所望の導電膜の膜厚に応じて調整することができる。80重量%を超えると凝集をおこしやすくなり、均一な塗布膜が得にくい。

【0043】上記微粒子分散液は、目的の機能を損なわない範囲で必要に応じてフッ素系、シリコン系、ノニオン系などの表面張力調節剤を微量添加することができる。ノニオン系表面張力調節剤は、溶液の塗布対象物への濡れ性を良好化し、塗布した膜のレベリング性を改良し、塗膜のぶつぶつの発生、ゆず肌の発生などの防止に役立つものである。

【0044】かくして調製した微粒子分散液の粘度は1 mPa・s以上50 mPa・s以下であることが好ましい。後述のインクジェット装置にて液体を塗布する場合、粘度が1 mPa・sより小さい場合にはノズル周辺部がインクの流出により汚染されやすく、また粘度が50 mPa・sより大きい場合は、ノズル孔での目詰まり頻度が高くなり円滑な液滴の吐出が困難となるためである。

【0045】さらに、かくして調製した微粒子分散液の表面張力は20 dy n/cm以上70 dy n/cm以下の範囲に入ることが望ましい。後述のインクジェット装置にて液体を塗布する場合、表面張力が20 dy n/cm

m未満であると、インク組成物のノズル面に対する濡れ性が增大するため飛行曲りが生じ易くなり、70 dy n/cmを超えるとノズル先端でのメニスカスの形状が安定しないためインク組成物の吐出量、吐出タイミングの制御が困難になるためである。

【0046】以上の液体21をインクジェット法により吐出する。基板上に付与されるインク滴の間隔は、吐出周波数及びインクジェットヘッド及び基板の相対速度を制御することによって制御する。特に、同一配線内で互いに隣り合うインク滴が、基板上に付与された際の液体の直径の1%以上10%以下の重なりを生じるように付与されることが望ましい。すなわち、インク滴の間隔は、基板上に付与された際の液体の直径の90%以上99%以下の長さであることが望ましい。これよりインク滴の間隔が狭く重なりが大きいとバルジが発生し、良好なラインが形成できない。一方これよりインク滴の間隔が広く重なりが小さいと、吐出位置精度誤差により液体の重なりが生じなくなり、切れた配線が形成されてしまう可能性がある。

【0047】(熱処理工程) 図1(S3)に示すように、微粒子分散液21が所定パターンに塗布された基板101は、溶媒を除去し、微粒子間の電氣的接触をよくするために、熱処理に供される。熱処理は通常大気中で行なわれるが、必要に応じて、窒素、アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガス雰囲気中で行なうこともできる。上記の熱処理の処理温度は溶媒の沸点(蒸気圧)、圧力および微粒子の熱的挙動により適宜定めればよく、特に限定されるものではないが室温以上300℃以下で行なうことが望ましい。プラスチックなどの基板を使用する場合には、室温以上100℃以下で行なうことが好ましい。

【0048】熱処理は通常ホットプレート、電気炉などによる処理の他、ランプアニールによって行なうこともできる。ランプアニールに使用する光の光源としては、特に限定されないが、赤外線ランプ、キセノンランプ、YAGレーザー、アルゴンレーザー、炭酸ガスレーザー、XeF、XeCl、XeBr、KrF、KrCl、ArF、ArClなどのエキシマレーザーなどを光源として使用することができる。これらの光源は一般には、出力10W以上5000W以下の範囲のものが用いられるが、本実施形態では100W以上1000W以下の範囲で十分である。

【0049】以上の工程により導電膜22が形成される。本実施形態によれば、細線、厚膜の導電膜パターンを、バルジを発生させることなく形成することができる。

【0050】<1-2. 第2実施形態：シリコン膜> 第2実施形態として、本発明の膜パターン形成方法の一例であるシリコン膜パターン形成方法について説明する。本実施形態に係るシリコン膜パターン形成方法は、表面

処理工程と塗布工程と熱処理工程から構成される。

【0051】（表面処理工程）まず、図1（S1）に示すように、シリコン膜パターンを形成すべき基板101の表面にフルオロアルキルシランなどから自己組織化膜を形成することにより、有機ケイ素化合物を含有した液体に対する所定の接触角を持つように処理する。有機ケイ素化合物を含有した液体に対する接触角は、30 [deg] 以上60 [deg] 以下であることが望ましい。

【0052】このように表面の撥液性（濡れ性）を制御する方法、および基板101は第1実施形態と同様なので、その説明を省略する。

【0053】（塗布工程）次に、図1（S2）に示すように、有機ケイ素化合物を含有する液体21を上記基板101上にインクジェット方式で塗布する。

【0054】有機ケイ素化合物を含有する液体としては、有機ケイ素化合物を溶媒に溶解させた溶液を用いる。ここで用いられる有機ケイ素化合物は、一般式  $\text{Si}_n\text{X}_m$ （ここで、Xは水素原子および／またはハロゲン原子を表し、nは3以上の整数を表し、mはnまたは  $2n-2$  または  $2n$  または  $2n+2$  の整数を表す）で表される還系を有するシラン化合物であることを特徴とする。

【0055】ここでnは3以上であるが、熱力学的安定性、溶解性、精製の容易性などの点でnは5～20程度、特に5あるいは6の環状シラン化合物が好ましい。5より小さい場合にはシラン化合物自体が環による歪みにより不安定になるため取り扱いに難点が生じる。またnが20より大きい場合にはシラン化合物の凝集力に起因する溶解性の低下が認められ使用する溶媒の選択が狭まる。

【0056】また、本発明に使用するシラン化合物の一般式  $\text{Si}_n\text{X}_m$  中のXは水素原子および／またはハロゲン原子である。これらのシラン化合物はシリコン膜への前駆体化合物であるため、熱処理および／または光処理で最終的にはアモルファス或いは多結晶状シリコンにする必要があり、ケイ素－水素結合、ケイ素－ハロゲン結合は上記の処理で開裂し新たにケイ素－ケイ素結合が生じ最終的にシリコンへと変化されるものである。ハロゲン原子としては、通常フッ素原子、塩素原子、臭素原子、沃素原子であり、上記結合開裂の点で塩素、臭素が好ましい。Xは水素原子単独またはハロゲン原子単独でもよいし、水素原子とハロゲン原子の総和がmとなるような部分ハロゲン化シラン化合物でもよい。

【0057】有機ケイ素化合物を含有する液体の溶媒としては、室温での蒸気圧が0.001mmHg以上200mmHg以下であるものが好ましい。その理由は第1実施形態の導電性微粒子を含有した液体の場合と同様なので説明を省略する。また、上記溶液の塗布をインクジェット装置によって行う場合には、溶媒の蒸気圧は0.001mmHg以上50mmHg以下であることが望ま

しい。その理由は第1実施形態の導電性微粒子を含有した液体の場合と同様なので説明を省略する。

【0058】使用する溶媒としては、上記の有機ケイ素化合物を溶解できるものであれば特に限定されないが、n-ヘプタン、n-オクタン、デカン、トルエン、キシレン、シメン、デュレン、インデン、ジペンテン、テトラヒドロナフタレン、デカヒドロナフタレン、シクロヘキシルベンゼンなどの炭化水素系溶媒、またエチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、エチレングリコールメチルエチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールメチルエチルエーテル、1,2-ジメトキシエタン、ビス（2-メトキシエチル）エーテル、p-ジオキサンなどのエーテル系溶、さらにプロピレンカーボネート、γ-ブチロラクトン、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、シクロヘキサノンなどの極性溶媒を挙げることができる。これらの内、有機ケイ素化合物の溶解性と該溶液の安定性の点で炭化水素系溶媒、エーテル系溶媒が好ましく、さらに好ましい溶媒としては炭化水素系溶媒を挙げることができる。これらの溶媒は、単独でも、或いは2種以上の混合物としても使用できる。

【0059】上記有機ケイ素化合物を溶媒に溶解する場合の溶解質濃度は1重量%以上80重量%以下であり、所望のシリコン膜厚に応じて調整することができる。80重量%を超えると凝集をおこしやすくなり、均一な膜が得にくい。

【0060】上記溶液には、目的の機能を損なわない範囲で必要に応じてフッ素系、シリコン系、ノニオン系などの表面張力調節剤を微量添加することができる。ノニオン系表面張力調節剤は、溶液の塗布対象物への濡れ性を良好化し、塗布した膜のレベルリング性を改良し、塗膜のぶつぶつの発生、ゆず肌の発生などの防止に役立つものである。

【0061】上記溶液の粘度は1mPa・s以上50mPa・s以下であることが好ましい。その理由は第1実施形態の導電性微粒子を含有した液体の場合と同様なので説明を省略する。

【0062】さらに、上記溶液の表面張力は20dyne/cm以上70dyne/cm以下の範囲に入ることが望ましい。その理由は第1実施形態の導電性微粒子を含有した液体の場合と同様なので説明を省略する。

【0063】以上の溶液をインクジェット法により吐出する。なお、吐出工程は、一般に室温以上100℃以下の温度で行われる。室温以下の温度では有機ケイ素化合物の溶解性が低下し一部析出する場合があるからである。また吐出する場合の雰囲気は、窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガス中で行うことが好ましい。さらに必要に応じて水素などの還元性ガスを混入したものが

好ましい。

【0064】また、吐出液滴の着弾間隔等の、パターン形成のための吐出条件は、第1実施形態と同様なのでその説明を省略する。

【0065】（熱処理工程）図1（S3）に示すように、有機ケイ素化合物の溶液21が所定パターンに塗布された基板101は、溶媒を除去すると共に有機ケイ素化合物をアモルファスあるいは多結晶シリコンに変換するために、熱処理に供される。熱処理は、窒素、アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガス雰囲気中で行うこともできる。熱処理の処理温度は溶媒の沸点（蒸気圧）、圧力および有機ケイ素化合物の熱的挙動により適宜決定される。

【0066】通常アルゴン雰囲気中あるいは水素を含有したアルゴン中で100～800℃程度で、好ましくは200～600℃程度で、さらに好ましくは300℃～500℃程度で処理され、一般に到達温度が約550℃以下の温度ではアモルファス状、それ以上の温度では多結晶状のシリコン膜が得られる。到達温度が300℃未満の場合は、有機ケイ素化合物の熱分解が十分に進行せず、十分な厚さのシリコン膜を形成できない場合がある。多結晶状のシリコン膜を得たい場合は、上記で得られたアモルファス状シリコン膜のレーザーアニールによって多結晶シリコン膜に変換することができる。上記レーザーアニールを行う場合の雰囲気も、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガス、もしくはそれらに水素などの還元性ガスを混入したものが好ましい。

【0067】熱処理は通常のホットプレート、電気炉などによる処理の他、ランプアニールによって行うこともできる。ランプアニールに使用する光の光源としては、特に限定されないが、赤外線ランプ、キセノンランプ、YAGレーザー、アルゴンレーザー、炭酸ガスレーザー、XeF、XeCl、XeBr、KrF、KrCl、ArF、ArClなどのエキシマレーザーなどを光源として使用することができる。これらの光源は一般には、出力10W以上5000W以下の範囲のものが用いられるが、本実施形態では100W以上1000W以下の範囲で十分である。

【0068】以上の工程によりアモルファスあるいは多結晶のシリコン膜22が形成される。本実施形態によれば、細線、厚膜のシリコン膜パターンを、バルジを発生させることなく形成することができる。

【0069】＜1-3. 第3実施形態：強誘電体膜＞第3実施形態として、本発明の膜パターン形成方法の一例である強誘電体膜パターン形成方法について説明する。本実施形態に係る強誘電体膜パターン形成方法は、表面処理工程と塗布工程と熱処理工程から構成される。

【0070】（表面処理工程）まず、図1（S1）に示すように、強誘電体膜パターンを形成すべき基板101の表面にフルオロアルキルシランなどから自己組織化膜

を形成することにより、強誘電体の前駆体化合物を含有する液体に対する所定の接触角を持つように処理する。強誘電体の前駆体化合物を含有する液体に対する接触角は、30[deg]以上60[deg]以下であることが望ましい。

【0071】このように表面の撥液性（濡れ性）を制御する方法、および基板101は第1実施形態と同様なので、その説明を省略する。

【0072】（塗布工程）次に、図1（S2）に示すように、強誘電体の前駆体化合物を含有する液体21を上記基板101上にインクジェット方式で塗布する。

【0073】強誘電体の前駆体化合物を含有する液体としては、強誘電体の前駆体化合物のゾル液を用いる。強誘電体の種類は、特に限定されないが例えばジルコニウム酸チタン酸鉛（ $Pb(Zr, Ti)O_3$ ：PZT）が好ましい。以下にPZTの前駆体化合物のゾル液の製法の一例を述べる。有機系の溶媒として、化学式 $CH_3(CH_2)_nOCH_2CH_2OH$ で示される2-n-ブトキシエタノールを用いる。これに、PZTの原料成分である、酢酸鉛： $Pb(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$ 、

ジルコニウムアセチルアセトナート： $Zr(CH_3COCHCOCH_3)_4$ 、チタニウムテトライソプロポキシド： $Ti[(CH_3)_2CHO]_4$ を混合して溶かしたものをゾルとする。酢酸鉛、ジルコニウムアセチルアセトナート、チタニウムテトライソプロポキシドの混合比率は、100：52：48とする。また、添加剤として、0.1mol%のポタシウムアセテートを加える。ただし、PZTの前駆体化合物のゾル液の製法は上記に限定されるものではない。

【0074】上記強誘電体の前駆体化合物のゾル液の溶質濃度は1重量%以上80重量%以下であり、所望の強誘電体膜厚に応じて調整することができる。80重量%を超えると凝集をおこしやすくなり、均一な膜が得にくい。

【0075】上記ゾル液には、目的の機能を損なわない範囲で必要に応じてフッ素系、シリコン系、ノニオン系などの表面張力調節剤を微量添加することができる。ノニオン系表面張力調節剤は、溶液の塗布対象物への濡れ性を良好化し、塗布した膜のレベルリング性を改良し、塗膜のぶつぶつの発生、ゆず肌の発生などの防止に役立つものである。

【0076】上記ゾル液の粘度は1mPa・s以上50mPa・s以下であることが好ましい。その理由は第1実施形態の導電性微粒子を含有した液体の場合と同様なので説明を省略する。

【0077】さらに、上記溶液の表面張力は20dyne/cm以上70dyne/cm以下の範囲に入ることが望ましい。その理由は第1実施形態の導電性微粒子を含有した液体の場合と同様なので説明を省略する。

【0078】以上のゾル液をインクジェット法により吐

出する。吐出液滴の着弾間隔等の、パターン形成のための吐出条件は、第1実施形態と同様なのでその説明を省略する。

【0079】（熱処理工程）図1（S3）に示すように、ゾル液21が所定パターンに塗布された基板101は、溶媒の乾燥および脱脂を経て最終的に強誘電体膜に変換するために熱処理に供される。熱処理は通常大気中で行われるが、必要に応じて、窒素、アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガス雰囲気中で行うこともできる。上記の熱処理の処理温度は適宜定めればよく特に限定されるものではないが、乾燥工程は室温以上200℃以下で行うことが望ましく、脱脂工程は300℃以上500℃以下で行うことが望ましく、強誘電体膜変換工程は700℃以上で行うことが望ましい。

【0080】熱処理は通常ホットプレート、電気炉などによる処理の他、ランプアニールによって行うこともできる。ランプアニールに使用する光の光源としては、特に限定されないが、赤外線ランプ、キセノンランプ、YAGレーザー、アルゴンレーザー、炭酸ガスレーザー、XeF、XeCl、XeBr、KrF、KrCl、ArF、ArClなどのエキシマレーザーなどを光源として使用することができる。これらの光源は一般には、出力10W以上5000W以下の範囲のものが用いられるが、本実施形態では100W以上1000W以下の範囲で十分である。

【0081】以上の工程により強誘電体膜22が形成される。本実施形態によれば、細線、厚膜の強誘電体膜パターンを、パルジを発生させることなく形成することができる。

【0082】＜2. 膜パターン形成装置＞図2は、本発明の膜パターンの形成方法に用いられる膜パターン形成装置の概略斜視図である。膜パターン形成装置100は、インクジェット式の液体塗布装置を備えており、インクジェットヘッド群1、X方向駆動軸4、Y方向ガイド軸5、制御装置6、載置台7、クリーニング機構部8、基台9およびヒータ15を備えている。

【0083】インクジェットヘッド群1は、所定の液体をノズル（吐出口）から吐出して所定間隔で基板に付与するインクジェット塗布手段としてのヘッドを備えている。

【0084】載置台7は、この塗布装置によって液体を付与される基板101を載置させるもので、この基板101を基準位置に固定する機構を備える。

【0085】X方向駆動軸4には、X方向駆動モータ2が接続されている。X方向駆動モータ2は、ステッピングモータ等であり、制御装置6からX軸方向の駆動信号が供給されると、X方向駆動軸4を回転させる。X方向駆動軸4が回転させられると、インクジェットヘッド群1がX軸方向に移動する。

【0086】Y方向ガイド軸5は、基台9に対して動か

ないように固定されている。載置台7は、Y方向駆動モータ3を備えている。Y方向駆動モータ3は、ステッピングモータ等であり、制御装置6からY軸方向の駆動信号が供給されると、載置台7をY軸方向に移動させる。

【0087】制御回路6は、インクジェットヘッド群1の各ヘッドに液滴の吐出制御用の電圧を供給する。また、X方向駆動モータ2にインクジェットヘッド群1のX軸方向の移動を制御する駆動パルス信号を、Y方向駆動モータ3に載置台7のY軸方向の移動を制御する駆動パルス信号を供給する。

【0088】クリーニング機構部8は、インクジェットヘッド群1をクリーニングする機構を備えている。クリーニング機構部8には、図示しないY方向の駆動モータが備えられる。このY方向の駆動モータの駆動により、クリーニング機構8は、Y方向ガイド軸5に沿って移動する。クリーニング機構8の移動も、制御装置6によって制御される。

【0089】ヒータ15は、ここではランプアニールにより基板101を熱処理する手段であり、基板上に塗布された液体の蒸発・乾燥を行うとともに機能性材料の膜に変換させる。このヒータの電源の投入及び遮断も制御回路6によって制御される。本実施形態の膜パターン形成装置100によれば、細線、厚膜の膜パターンを、パルジを発生させることなく形成することができる。

【0090】＜3-1. 実施例1：液滴の間隔＞直径10nmの金微粒子がトルエン中に分散した金微粒子分散液（真空冶金社製、商品名「パーフェクトゴールド」）にキシレンを添加しその粘度を3cPとした液体を、撥液処理を施したガラス基板上にインクジェット装置により所定のドット間隔で吐出し、導電膜ラインを形成した。ドット間隔の変更は、ステージ移動速度を一定として吐出周波数のみを調整することにより行なった。インクジェットヘッドとしては市販のプリンター（商品名「MJ930C」）のヘッドを使用した。ただし、インク吸入部がプラスチック製であるため、有機溶剤に対して溶解しないよう吸入部を金属製の治具に変更したものをを用いた。

【0091】基板の撥液処理は以下の方法で行なった。まずガラス基板に、前処理として波長172nmの紫外光を10mWで10分間照射してクリーニングを行なった。次に、撥液性の自己組織化膜をガラス基板全面に形成するために、ガラス基板とトリデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロオクチルトリエトキシシラン0.5ミリリットルとを、同一の密閉容器に入れて48時間室温で放置することにより、ガラス基板上に、表面にフルオロアルキル基を有する自己組織化膜を形成した。処理後の基板に対する金微粒子分散液の接触角はおよそ60[deg]であった。

【0092】この方法で撥液化処理を行なったガラス基板上における、金微粒子分散液のインクジェット吐出液

滴の直径の吐出電圧依存性は、表 1 の通りであった。

【表 1】

【0093】

吐出電圧 (V)	15	16	17	18	19	20
ドット径 ( $\mu\text{m}$ )	58	64	66	67	70	72

吐出電圧 20 V での吐出では、基板上的液滴の直径は  $72\mu\text{m}$  であった。また、吐出電圧 20 V におけるインクジェット液滴の体積はおおよそ 25 ピコリットルで、基板に着弾する前の液滴の直径は  $36\mu\text{m}$  であった。

【0094】吐出電圧 20 V において、最初の比較例としてドット間隔  $35\mu\text{m}$  で、すなわちインクジェット液滴が既に基板上に付与された先の液滴に直接当たるドット間隔で吐出してラインを形成したところ、形成されたラインは形状が極めて不安定で、断線箇所が多く存在した。

【0095】更なる比較例としてドット間隔  $60\mu\text{m}$  で、すなわち基板上での液滴同士の重なりが  $12\mu\text{m}$  (基板上におけるドット直径に対して約 17%) となるドット間隔で吐出してライン形成を行なったところ、図 3 に示すようにインクが基板上的埃等のイレギュラー部に集中することにより生じるバルジが多く発生した。更に時間が経つとインクはバルジに集まり、断線部が多く生じた。

【0096】そこで次に、ドット間隔  $70\mu\text{m}$  で、すなわち基板上での液滴同士の重なりが  $2\mu\text{m}$  (基板上におけるドット直径に対して約 3%) となるドット間隔で吐出してライン形成を行なったところ、図 4 に示すようにドット形状が残る形状が波状ではあるものの、乱れの無い安定したラインが形成された。

【0097】この基板に対して、ホットプレートによって  $300^\circ\text{C}$  で 30 分間の熱処理を施すことにより、膜厚  $0.5\mu\text{m}$  の金線を得た。その抵抗率はおおよそ  $5\mu\Omega\text{cm}$  であった。

【0098】<3-2. 実施例 2: 液体に対する基板の接触角> 実施例 1 の方法で自己組織化膜を形成した後に、紫外光を照射することにより撥水性を低下させた基板上に、実施例 1 と同様のインク、インクジェット装置を用いて導電膜ラインを形成した。

【0099】まず比較例として、実施例 1 の方法で自己組織化膜を形成した後に、紫外光を  $10\text{mW}/\text{cm}^2$  で 30 分間照射した基板上にライン形成を行なった。自己組織化膜が完全に除去されたため、紫外光照射後の基板は親水性が高く、基板に対する金微粒子分散液の接触角はおおよそ  $10[\text{deg}]$  であった。吐出電圧 20 V での吐出では、この基板上的液滴の直径は  $230\mu\text{m}$  であった。ドット間隔  $210\mu\text{m}$  で、すなわち基板上での液滴同士の重なりが  $20\mu\text{m}$  (基板上におけるドット直径に対して約 9%) となるドット間隔で吐出してライン形成を行なったところ、基板上での液滴の濡れ広がりが大き

いたために、形状が非常に乱れたラインが形成された。次にドット間隔  $100\mu\text{m}$  でラインを形成したが、ライン形状の乱れは同様に著しいものであった。

【0100】そこで、実施例 1 の方法で自己組織化膜を形成した後に、紫外光を  $10\text{mW}/\text{cm}^2$  で 5 分間照射した基板上にライン形成を行なった。比較例に比べ自己組織化膜の除去量が小さかったため、紫外光照射後の基板はある程度の撥液性を有しており、基板に対する金微粒子分散液の接触角はおおよそ  $30[\text{deg}]$  であった。吐出電圧 20 V での吐出では、この基板上的液滴の直径は  $150\mu\text{m}$  であった。ドット間隔  $135\mu\text{m}$  で、すなわち基板上での液滴同士の重なりが  $15\mu\text{m}$  (基板上におけるドット直径に対して 10%) となるドット間隔で吐出してライン形成を行なったところ、実施例 1 で形成したラインに比べ線幅は大きいものの、図 4 のような波状の形状ではなく、直線の形状を有する安定したラインが形成された。

【0101】更に他の比較例として、銀微粒子分散液を基板上にインクジェット吐出した。銀微粒子分散液は次のようにして調整した。まず、硝酸銀  $90\text{mg}$  を水  $500$  ミリリットルに溶解し  $100^\circ\text{C}$  に加熱し、攪拌しながら更に 1% 濃度のクエン酸ナトリウム水溶液  $10$  ミリリットルを加えそのまま 80 分間沸騰させた。これによって凝集を防止するためのクエン酸で周囲を覆われた銀コロイドが、水溶液中に分散した液体が得られた。この銀コロイドの平均粒径は  $30\text{nm}$  であった。この液体を遠心分離で濃縮した後、再び水と表面張力調整剤を加えてインク化し、粘度と表面張力がインクジェットヘッドで吐出可能となるように調整した。

【0102】このように調整した銀微粒子分散液を、実施例 1 の方法で自己組織化膜を形成した基板上に、実施例 1 と同様のインクジェット装置により吐出し、導電膜ラインを形成した。

【0103】基板に対する銀微粒子分散液の接触角はおおよそ  $80[\text{deg}]$  であった。吐出電圧 20 V での吐出では、基板上的液滴の直径は  $48\mu\text{m}$  であった。ドット間隔  $45\mu\text{m}$  で、すなわち基板上での液滴同士の重なりが  $3\mu\text{m}$  (基板上におけるドット直径に対して約 6%) となるドット間隔で吐出してライン形成をおこなったところ、インクジェット液滴が基板に着弾し既に基板上にある液滴と接した際に、その液滴に取り込まれてしまうという現象が起こり、いくつかのインクジェット液滴が集合してできる大きな液滴が形成されるのみで、ラインはまったく形成されなかった。

【0104】<3-3. 実施例3>実施例1の方法により形成するラインを、1回のライン形成毎に300℃、30分間の導電膜変換工程を行ないながら、同一ライン上に5回繰り返し形成することにより厚膜の導電膜ラインを形成した。1回目の導電膜変換工程後のラインの線幅は72 $\mu$ mで、5回目の導電膜変換工程後のラインの線幅も同じく72 $\mu$ mであった。また、ラインの形状が実施例1の図4のような波線状のものではなく、比較的良好な直線状のものとなった。5回目の導電膜変換工程後のラインの膜厚は2.5 $\mu$ mであった。

【0105】<3-4. 実施例4>実施例1の方法により形成するラインを、1回のライン形成毎に100℃、10分間の液体乾燥工程を行ないながら、同一ライン上に5回繰り返し形成することにより厚膜の導電膜ラインを形成した。1回目の乾燥工程後のラインの線幅は72 $\mu$ mで、5回目の吐出を行なった後の300℃、30分間の導電膜変換工程後のラインの線幅は85 $\mu$ mであった。また、ラインの形状が実施例1の図4のような波線状のものではなく、比較的良好な直線状のものとなった。5回目の吐出を行なった後の導電膜変換工程後の膜厚は2.2 $\mu$ mであった。

【0106】これに対する比較例として、実施例1の方法により形成するラインを、熱処理の工程を挟むことなく、同一ライン上に5回繰り返し吐出することにより導電膜ラインを形成した。1回目の吐出後のラインの線幅は72 $\mu$ mで、5回目の吐出を行なった後の300℃、30分間の導電膜変換工程後のラインの線幅は150 $\mu$ mであった。また、ラインの形状が実施例1の図4のような波線状のものではなく、比較的良好な直線状のものとなったが、液量が多くなったためか、いくつかのバルジの生成が見られた。5回目の吐出を行なった後の導電膜変換工程後の膜厚は1.5 $\mu$ mであった。

【0107】<4-1. 応用例1：導電膜を用いた液晶装置>第1の応用例として、本発明の電気光学装置の一例である液晶装置について説明する。図5は、本応用例に係る液晶装置の第1基板上の信号電極等の平面レイアウトを示すものである。本応用例に係る液晶装置は、この第1基板と、走査電極等が設けられた第2基板（図示せず）と、第1基板と第2基板との間に封入された液晶（図示せず）とから概略構成されている。

【0108】図5に示すように、第1基板300上の画素領域303には、複数の信号電極310…が多重マトリクス状に設けられている。特に各信号電極310…は、各画素に対応して設けられた複数の画素電極部分310a…とこれらを多重マトリクス状に接続する信号配線部分310b…とから構成されており、Y方向に伸びている。

【0109】また、符号350は1チップ構造の液晶駆動回路で、この液晶駆動回路350と信号配線部分310b…の一端側（図中下側）とが第1引き回し配線33

1…を介して接続されている。

【0110】また、符号340…は上下導通端子で、この上下導通端子340…と、図示しない第2基板上に設けられた端子とが上下導通材341…によって接続されている。また、上下導通端子340…と液晶駆動回路350とが第2引き回し配線332…を介して接続されている。

【0111】本応用例では、上記第1基板300上に設けられた信号配線部分310b…、第1引き回し配線331…、第2引き回し配線332…が、各々上記膜パターン形成装置を用いて、第1実施形態に係る導電膜パターン形成方法によって形成されている。本液晶装置によれば、上記各配線類の断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能な液晶装置とすることができる。

【0112】<4-2. 応用例2：導電膜を用いたプラズマ型表示装置>第2の応用例として、本発明の電気光学装置の他の一例であるプラズマ型表示装置について説明する。図6は本応用例に係るプラズマ型表示装置500の分解斜視図を示す。

【0113】この応用例のプラズマ型表示装置500は、互いに対向して配置されたガラス基板501とガラス基板502と、これらの間に形成された放電表示部510とから概略構成される。

【0114】放電表示部510は、複数の放電室516が集合されてなり、複数の放電室516のうち、赤色放電室516（R）、緑色放電室516（G）、青色放電室516（B）の3つの放電室516が対になって1画素を構成するように配置されている。

【0115】前記（ガラス）基板501の上面には所定の間隔でストライプ状にアドレス電極511が形成され、それらアドレス電極511と基板501の上面とを覆うように誘電体層519が形成され、更に誘電体層519上においてアドレス電極511、511間に位置して各アドレス電極511に沿うように隔壁515が形成されている。なお、隔壁515においてはその長手方向の所定位置においてアドレス電極511と直交する方向にも所定の間隔で仕切られており（図示略）、基本的にはアドレス電極511の幅方向左右両側に隣接する隔壁と、アドレス電極511と直交する方向に延設された隔壁により仕切られる長方形の領域が形成され、これら長方形の領域に対応するように放電室516が形成され、これら長方形の領域が3つ対になって1画素が構成される。また、隔壁515で区画される長方形の領域の内側には蛍光体517が配置されている。蛍光体517は、赤、緑、青の何れかの蛍光を発光するもので、赤色放電室516（R）の底部には赤色蛍光体517

（R）が、緑色放電室516（G）の底部には緑色蛍光体517（G）が、青色放電室516（B）の底部には青色蛍光体517（B）が各々配置されている。



【0116】次に、前記ガラス基板502側には、先のアドレス電極511と直交する方向に複数のITOからなる透明表示電極512がストライプ状に所定の間隔で形成されるとともに、高抵抗のITOを補うために、金属からなるバス電極512aが形成されている。また、これらを覆って誘電体層513が形成され、更にMgOなどからなる保護膜514が形成されている。

【0117】そして、前記基板501とガラス基板502の基板2が、前記アドレス電極511…と透明表示電極512…を互いに直交させるように対向させて相互に貼り合わされ、基板501と隔壁515とガラス基板502側に形成されている保護膜514とで囲まれる空間部分を排気して希ガスを封入することで放電室516が形成されている。なお、ガラス基板502側に形成される表示電極512は各放電室516に対して2本ずつ配置されるように形成されている。

【0118】上記アドレス電極511と表示電極512は図示略の交流電源に接続され、各電極に通電することで必要な位置の放電表示部510において蛍光体517を励起発光させて、カラー表示ができるようになっている。

【0119】本応用例では、上記アドレス電極511と表示電極512およびバス電極512aが、各々上記膜パターン形成装置を用いて、第1実施形態に係る導電膜パターン形成方法によって形成されている。本応用例のプラズマ型表示装置によれば、上記各電極の断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能なプラズマ型表示装置とすることができる。

【0120】<4-3. 応用例3：電子機器>第3の応用例として、上記応用例を備えた、本発明の電子機器の具体例について説明する。7(a)は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図7(a)において、600は携帯電話本体を示し、601は<応用例1>の液晶装置を備えた液晶表示部を示している。

【0121】図7(b)は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置の一例を示した斜視図である。図7(b)において、700は情報処理装置、701はキーボードなどの入力部、703は情報処理本体、702は<応用例1>の液晶装置を備えた液晶表示部を示している。

【0122】図7(c)は、腕時計型電子機器の一例を示した斜視図である。図7(c)において、800は時計本体を示し、801は<応用例1>の液晶装置を備えた液晶表示部を示している。

【0123】図7(a)～(c)に示す電子機器は、上記<応用例1>の液晶装置を備えたものであるため、配線類の断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能となる。

【0124】なお、本応用例の電子機器は液晶装置を備えるものとしたが、上記<応用例2>のプラズマ型表示

装置、有機エレクトロルミネッセンス表示装置等、他の電気光学装置を備えた電子機器とすることもできる。

【0125】<4-4. 応用例4：導電膜を用いた非接触型カード媒体>第4の応用例として、本発明の非接触型カード媒体について説明する。本応用例に係る非接触型カード媒体400は図8に示すように、カード基体402とカードカバー418から成る筐体内に、半導体集積回路チップ408とアンテナ回路412を内蔵し、図示されない外部の送受信機と電磁波または静電容量結合の少なくとも一方により電力供給あるいはデータ授受の少なくとも一方を行うようになっている。

【0126】本応用例では、上記アンテナ回路412が、上記膜パターン形成装置を用いて、第1実施形態に係る導電膜パターン形成方法によって形成されている。

【0127】本応用例の非接触型カード媒体によれば、上記アンテナ回路412の断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能な非接触型カード媒体とすることができる。

【0128】<4-5. 応用例5：強誘電体膜を用いたインクジェット式記録ヘッド>第5の応用例として、インクジェット式記録ヘッドについて説明する。図10は、本応用例に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。また図11は、インクジェット式記録ヘッドの主要部一部断面図である。図10に示すように、本インクジェット式記録ヘッドは、ノズル板10、圧力室基板20、振動板30および筐体25を備えて構成されている。

【0129】図11に示すように、圧力室基板20は、キャビティ26、側壁27、リザーバ23および供給口24を備えている。キャビティ26は、圧力室であってシリコン等の基板をエッチングすることにより形成されるものである。側壁27は、キャビティ26間を仕切るよう構成され、リザーバ23は、インクタンク35に連通しており、各キャビティ26にインク充填時にインクを供給可能な共通の流路として構成されている。供給口24は、各キャビティ26にインクを導入可能に構成されている。

【0130】振動板30は圧力室基板20の一方の面に貼り合わせ可能に構成されている。振動板30には圧電体素子40が設けられている。圧電体素子40は、振動板30上に所定の形状で形成されて構成されている。

【0131】ノズル板10は、圧力室基板20に複数設けられたキャビティ（圧力室）26の各々に対応する位置にそのノズル穴11が配置されるよう、圧力室基板20に貼り合わせられている。ノズル板10を貼り合わせた圧力室基板20は、さらに図10に示すように筐体25に填められて、インクジェット式記録ヘッド1を構成している。

【0132】図9に圧電体素子40の層構造を説明する断面図を示す。図9に示すように、振動板30は絶縁膜

3 1 および下部電極 3 2 を積層して構成され、圧電体素子 4 0 は圧電体層 4 1 および上部電極 4 2 を積層して構成されている。下部電極 3 2、圧電体層 4 1 および上部電極 4 2 によって圧電体素子として機能させることができる。

【0 1 3 3】絶縁膜 3 1 は、導電性のない材料、例えばシリコン基板を熱酸化等して形成された二酸化珪素により構成され、圧電体層の体積変化により変形し、キャビティ 2 6 の内部の圧力を瞬間的に高めることが可能に構成されている。

【0 1 3 4】下部電極 3 2 は、圧電体層に電圧を印加するための上部電極 4 2 と対になる電極であり、導電性を有する材料、例えば、チタン (T i) 層、白金 (P t) 層、チタン (T i) 層を積層して構成されている。このように複数の層を積層して下部電極を構成するのは、白金層と圧電体層、白金層と絶縁膜との密着性を高めるためである。

【0 1 3 5】圧電体層 4 1 は、強誘電体により構成されており、本応用例では P Z T を用いる。P Z T 以外の強誘電体としては、マグネシウムニオブ酸ジルコニウム酸チタン酸鉛 (P b (M g, N b) (Z r, T i) O<sub>3</sub>: P M N - P Z T) 等が好ましい。

【0 1 3 6】上部電極膜 4 2 は、圧電体層に電圧を印加するための一方の電極となり、導電性を有する材料、例えば白金 (P t) で構成されている。

【0 1 3 7】本応用例では、上記圧電層 4 1 が、各々上記膜パターン形成装置を用いて、第 3 実施形態に係る強誘電体膜パターン形成方法によって形成されている。本応用例のインクジェット式記録ヘッドによれば、上記強誘電体膜パターン類の断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能なインクジェット式記録ヘッドとすることができる。

【0 1 3 8】< 4 - 6. 応用例 6 : シリコン膜を用いた T F T 基板 > 第 6 の応用例として、T F T 基板について説明する。図 1 2 は、本応用例に係る T F T 基板の平面図 (a) 及びその A - A' 線断面図 (b) である。図に示すように、本 T F T 基板 2 1 0 は、基板 2 0 1 上に複数の薄膜トランジスタ 2 0 2 を備えている。これら薄膜トランジスタのソース電極 2 1 2 がソース線 2 0 4 に、ゲート電極 2 0 3 が信号線に、ドレイン電極 2 0 9 が画素電極 2 0 6、2 0 7、2 0 8 にそれぞれ接続されている。

【0 1 3 9】ソース電極 2 1 2 とドレイン電極 2 0 9 との間にはシリコン薄膜 2 1 1 が設けられており、ここにチャネル領域が形成される。シリコン薄膜 2 1 1 は、上記第 2 実施形態のシリコン膜パターン形成方法により形成される。

【0 1 4 0】そして、上記の信号線及び電極の間には絶縁膜 2 0 5、2 2 0 等が形成され、相互の絶縁が図られている。

【0 1 4 1】このように構成された T F T 基板 2 1 0 は、図示しない駆動回路に接続され、図示しない液晶板等と貼り合わせられることにより、液晶表示装置等として用いることができる。本 T F T 基板によれば、上記シリコン膜パターンを微細且つ正確に形成することができる、しかも、小型化、薄型化することができる。

【発明の効果】本発明によれば、微細な膜パターンを形成することができ、工程も簡略化された機能性膜パターンの形成方法を提供することができる。また、膜厚が厚く電気伝導などの機能発揮に有利なパターンを形成することのできる機能性膜パターンの形成方法を提供することができる。

【0 1 4 2】また、微細な膜パターンを容易に形成することができる機能性膜パターンの形成装置を提供することができる。

【0 1 4 3】また、本発明の導電膜配線によれば、膜厚が厚く電気伝導に有利で、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも微細に形成可能な導電膜配線とすることができる。

【0 1 4 4】また、本発明によれば、配線部やアンテナの断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能な電気光学装置、及びこれを用いた電子機器、並びに非接触型カード媒体を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態による膜パターンの形成方法による製造工程の説明図である。

【図 2】 本発明の実施形態による膜パターンの形成方法に用いられる膜パターン形成装置の概略斜視図である。

【図 3】 本発明の比較例において形成された膜パターンである導電膜配線の概略平面図である。

【図 4】 本発明の実施例において形成された膜パターンである導電膜配線の概略平面図である。

【図 5】 本発明に係る液晶装置の基板上の信号電極等の平面レイアウトを示す図である。

【図 6】 本発明に係るプラズマ型表示装置の分解斜視図である。

【図 7】 本発明に係る電子機器の具体例を示す図である。

【図 8】 本発明に係る非接触型カード媒体の構造を示す図である。

【図 9】 本発明の応用例に係る圧電体素子の層構造を説明する断面図である。

【図 1 0】 本発明の応用例に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図 1 1】 上記インクジェット式記録ヘッドの主要部一部断面図である。

【図 1 2】 本発明の応用例に係る T F T 基板の平面図 (a) 及びその A - A' 線断面図 (b) である。

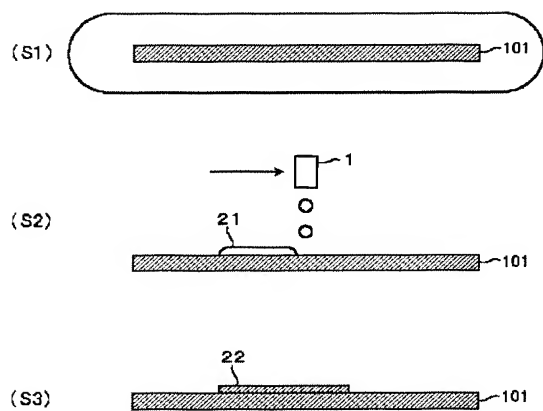


【符号の説明】

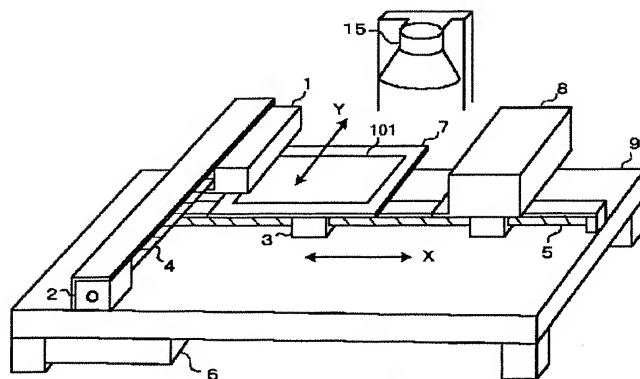
101 基板  
21 液体

22 機能性膜  
100 膜パターン形成装置  
1 インクジェットヘッド群

【図1】

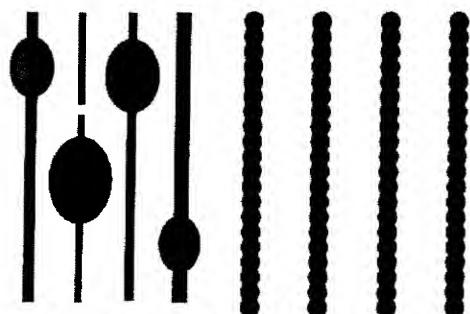


【図2】

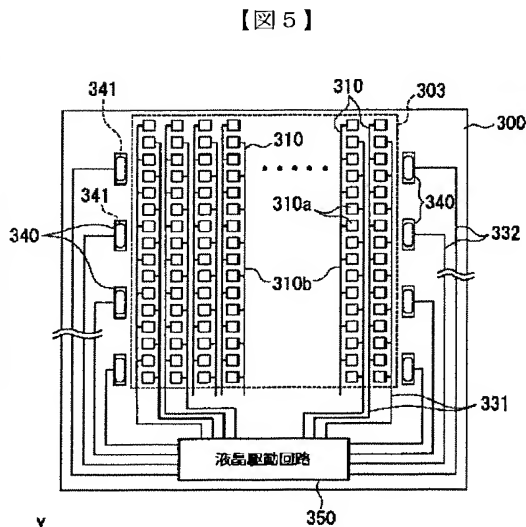


100: 膜パターン形成装置

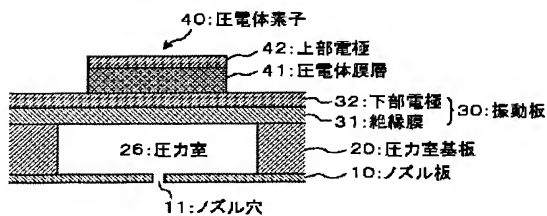
【図3】



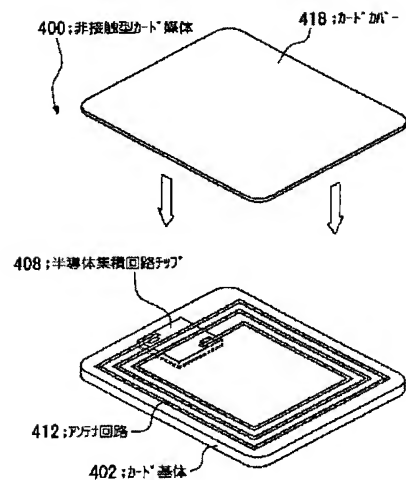
【図4】



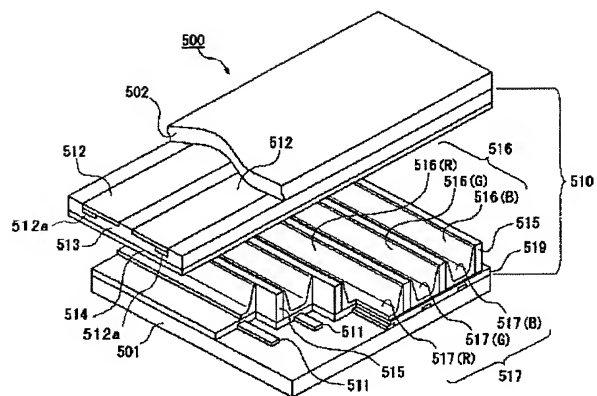
【図5】



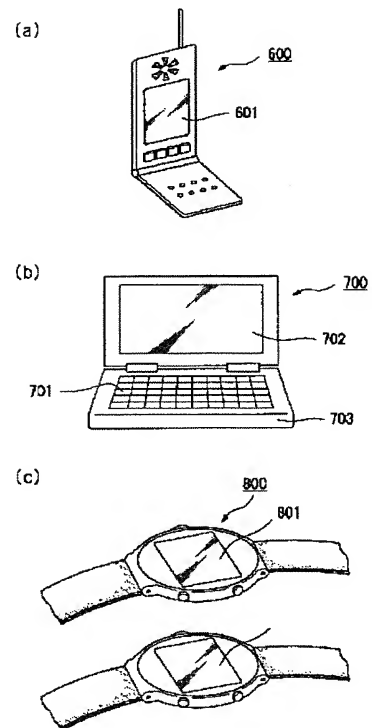
【図8】



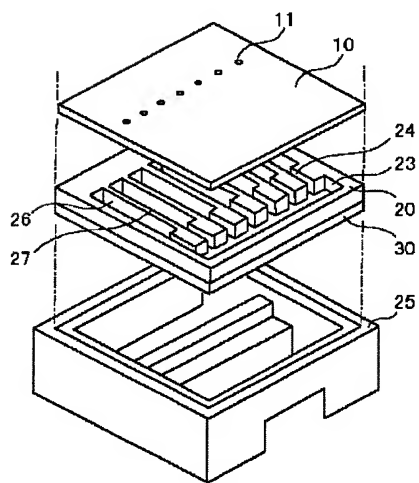
【図6】



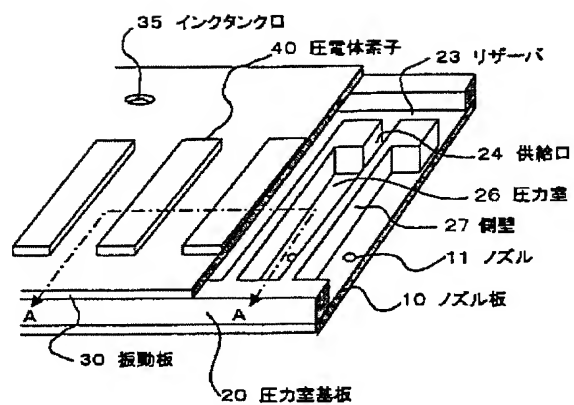
【図7】



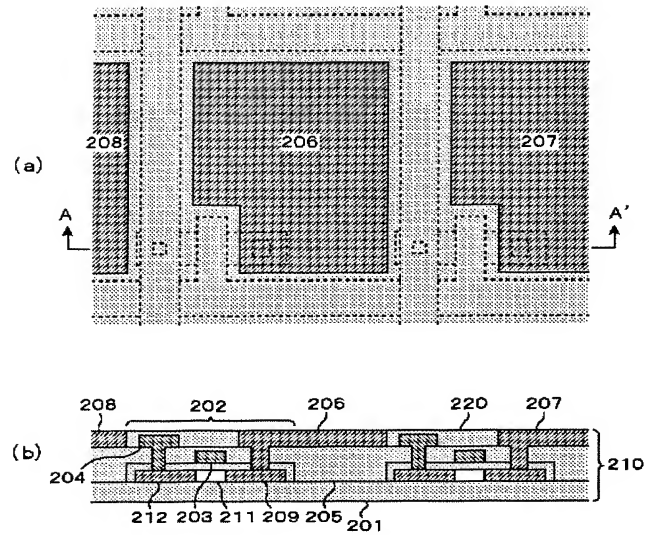
【図10】



【図11】



【図 1 2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 F 1/13	1 0 1	H 0 1 J 9/02	F 5 C 0 2 7
H 0 1 J 9/02		11/02	B 5 C 0 4 0
11/02		H 0 1 L 21/288	Z 5 F 0 4 5
H 0 1 L 21/288		21/31	A 5 F 1 1 0
21/31		B 4 1 J 3/04	1 0 1 Z
21/336		H 0 1 L 29/78	6 1 8 A
29/786			

F ターム(参考) 2C056 FA04 FB01  
2H088 FA18 FA30 HA01 HA02 HA04  
HA08 MA20  
4D075 AC07 AC09 AC92 AC93 AE16  
BB24Y BB26Z BB68X BB91X  
CA13 CA22 CA36 DA04 DA06  
DB01 DB13 DB14 DB31 DC19  
DC21 DC24 DC27 EA07 EA10  
EB16 EB42 EC10 EC60  
4F041 AA02 AA05 AB02 BA10 BA13  
BA22 BA56  
4M104 AA01 BB01 BB04 BB05 BB07  
BB08 BB09 BB36 CC01 DD28  
DD51 DD80 DD81 HH14 HH16  
5C027 AA01 AA02  
5C040 GC19 JA13  
5F045 AB03 AB04 AC16 AC17 AF07  
AF12 BB08 CA15 EB19 HA16  
5F110 AA16 AA26 BB01 CC01 CC02  
DD12 GG02 GG13 GG42 PP02  
PP03 PP13